

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 2月10日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-032513

[ST.10/C]:

[JP2003-032513]

出 願 人

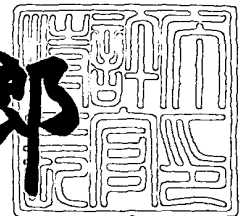
Applicant(s):

大日本スクリーン製造株式会社

2003年 6月30日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3051699

【書類名】 特許願

【整理番号】 P15-1694

【提出日】 平成15年 2月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/26
H01L 21/68

【発明者】

【住所又は居所】 京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の
1 大日本スクリーン製造株式会社内

【氏名】 村山 博美

【発明者】

【住所又は居所】 京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の
1 大日本スクリーン製造株式会社内

【氏名】 楠田 達文

【特許出願人】

【識別番号】 000207551

【氏名又は名称】 大日本スクリーン製造株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089233

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 茂明

【選任した代理人】

【識別番号】 100088672

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉竹 英俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100088845

【弁理士】

【氏名又は名称】 有田 貴弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012852

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9005666

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 熱処理装置および熱処理用サセプタ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 熱処理を行うときに処理対象となる基板を保持する熱処理用サセプタであって、

前記基板の平面サイズ以上の領域を有する平坦な載置面と、

前記載置面の周縁部を環囲して前記載置面を規定する第 1 テーパ面と、

前記第 1 テーパ面の周縁部を環囲する第 2 テーパ面と、

を備え、

前記第 1 テーパ面の下端部が前記載置面の前記周縁部に接続され、前記第 2 テーパ面の下端部が前記第 1 テーパ面の上端部に接続されるとともに、前記第 1 テーパ面は上方に向けて広くなるように形成され、前記第 2 テーパ面の上端部によって規定される開口は前記載置面よりも広く、前記載置面に対する前記第 2 テーパ面の勾配が前記第 1 テーパ面よりも大きいことを特徴とする熱処理用サセプタ。

【請求項 2】 請求項 1 記載の熱処理用サセプタにおいて、

前記載置面に対する前記第 1 テーパ面の勾配は 5° 以上 30° 未満であることを特徴とする熱処理用サセプタ。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 記載の熱処理用サセプタにおいて、

前記第 1 テーパ面の表面平均粗さは $1.6\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする熱処理用サセプタ。

【請求項 4】 請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の熱処理用サセプタにおいて、

前記載置面に対する前記第 2 テーパ面の勾配は 45° 以上 90° 以下であることを特徴とする熱処理用サセプタ。

【請求項 5】 基板に対して光を照射することによって該基板を加熱する熱処理装置であって、

複数のランプを有する光源と、

前記光源の下方に設けられ、前記光源から出射された光を透過するチャンバー

窓を上部に備えるチャンバーと、

前記チャンバー内にて基板を略水平姿勢にて保持する保持手段と、
を備え、

前記保持手段は、請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の熱処理用サセプタを有することを特徴とする熱処理装置。

【請求項 6】 請求項 5 記載の熱処理装置において、

前記複数のランプのそれぞれはキセノンフラッシュランプであり、

前記保持手段は、保持する基板を予備加熱するアシスト加熱手段をさらに有することを特徴とする熱処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、半導体ウェハー等の基板を熱処理するときその処理対象となる基板を保持する熱処理用サセプタおよびその熱処理用サセプタを備えた熱処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、イオン注入後の半導体ウェハーのイオン活性化工程においては、ハロゲンランプを使用したランプアニール装置等の熱処理装置が使用されている。このような熱処理装置においては、半導体ウェハーを、例えば、1000℃ないし1100℃程度の温度に加熱（アニール）することにより、半導体ウェハーのイオン活性化を実行している。そして、このような熱処理装置においては、ハロゲンランプより照射される光のエネルギーを利用することにより、毎秒数百度程度の速度で基板を昇温する構成となっている。

【0003】

しかしながら、毎秒数百度程度の速度で基板を昇温する熱処理装置を使用して半導体ウェハーのイオン活性化を実行した場合においても、半導体ウェハーに打ち込まれたイオンのプロファイルがなまる、すなわち、熱によりイオンが拡散してしまうという現象が生ずることが判明した。このような現象が発生した場合に

においては、半導体ウェハーの表面にイオンを高濃度で注入しても、注入後のイオンが拡散してしまうことから、イオンを必要以上に注入しなければならないという問題が生じていた。

【0004】

上述した問題を解決するため、キセノンフラッシュランプ等を使用して半導体ウェハーの表面に閃光を照射することにより、イオンが注入された半導体ウェハーの表面のみを極めて短時間（数ミリセカンド以下）に昇温させる技術が提案されている（例えば、特許文献1，2参照）。キセノンフラッシュランプによる極短時間の昇温であれば、イオンが拡散するための十分な時間がないため、半導体ウェハーに打ち込まれたイオンのプロファイルをなまらせることなく、イオン活性化のみを実行することができるのである。

【0005】

また、光照射による加熱方式に限らず、一般に熱処理装置においては、耐熱性に優れたサセプタに基板を保持させた状態にて熱処理が行われることが多い（例えば、特許文献3，4参照）。

【0006】

【特許文献1】

特開昭59-169125号公報

【特許文献2】

特開昭63-166219号公報

【特許文献3】

特開平10-74705号公報

【特許文献4】

特開2000-355766号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、キセノンフラッシュランプは極めて高いエネルギーを有する光を瞬時的に半導体ウェハーに照射するため、一瞬で半導体ウェハーの表面温度が急速に上昇し、照射する光のエネルギーがある閾値を超えると急速な表面の熱膨張に

よって半導体ウェハーが高い確率で割れることとなる。このため、実際に熱処理を行うときには、上記閾値未満のある程度余裕（プロセスマージン）を持たせたエネルギーの光を照射するようにしている。

【 0 0 0 8 】

しかしながら、サセプタに半導体ウェハーを保持させた状態にてキセノンフラッシュランプからの閃光照射によって該ウェハーを加熱したときには、上記閾値未満のエネルギーの閃光を照射したとしても、半導体ウェハーが割れることがあった。これは、一瞬の閃光照射によってウェハー表面が急激に熱膨張して半導体ウェハーが凸状に反ろうとしたときに、ウェハー端部がサセプタのポケット縁や位置決めピンに接触していたりすると、その接触部に大きな力が加わる一方で、そのような応力を緩和すべくウェハーがサセプタ上を滑って移動する時間的余裕がないためである。その結果、上記閾値未満のエネルギーの閃光を照射したときであっても、半導体ウェハーの端部が何かに接触していると瞬間的な熱膨張時にそこから受ける応力によってウェハーが割れることとなっていたのである。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、熱処理時の基板の割れを防止することができる熱処理用サセプタおよび熱処理装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、請求項 1 の発明は、熱処理を行うときに処理対象となる基板を保持する熱処理用サセプタにおいて、前記基板の平面サイズ以上の領域を有する平坦な載置面と、前記載置面の周縁部を環囲して前記載置面を規定する第 1 テーパ面と、前記第 1 テーパ面の周縁部を環囲する第 2 テーパ面と、を備え、前記第 1 テーパ面の下端部を前記載置面の前記周縁部に接続し、前記第 2 テーパ面の下端部を前記第 1 テーパ面の上端部に接続するとともに、前記第 1 テーパ面を上方に向けて広くなるように形成し、前記第 2 テーパ面の上端部によって規定される開口を前記載置面よりも広く、前記載置面に対する前記第 2 テーパ面の勾配を前記第 1 テーパ面よりも大きくしている。

【 0 0 1 1 】

また、請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明にかかる熱処理用サセプタにおいて、前記載置面に対する前記第 1 テーパ面の勾配を 5° 以上 30° 未満としている。

【 0 0 1 2 】

また、請求項 3 の発明は、請求項 1 または請求項 2 の発明にかかる熱処理用サセプタにおいて、前記第 1 テーパ面の表面平均粗さを $1.6\mu\text{m}$ 以下としている。

【 0 0 1 3 】

また、請求項 4 の発明は、請求項 1 から請求項 3 のいずれかの発明にかかる熱処理用サセプタにおいて、前記載置面に対する前記第 2 テーパ面の勾配を 45° 以上 90° 以下としている。

【 0 0 1 4 】

また、請求項 5 の発明は、基板に対して光を照射することによって該基板を加熱する熱処理装置において、複数のランプを有する光源と、前記光源の下方に設けられ、前記光源から出射された光を透過するチャンバー窓を上部に備えるチャンバーと、前記チャンバー内にて基板を略水平姿勢にて保持する保持手段と、を備え、前記保持手段に、請求項 1 から請求項 4 のいずれかの発明にかかる熱処理用サセプタを有させている。

【 0 0 1 5 】

また、請求項 6 の発明は、請求項 5 の発明にかかる熱処理装置において、前記複数のランプのそれぞれをキセノンフラッシュランプとし、前記保持手段に、保持する基板を予備加熱するアシスト加熱手段をさらに有させている。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【 0 0 1 7 】

図 1 および図 2 は本発明にかかる熱処理装置の構成を示す側断面図である。この熱処理装置は、キセノンフラッシュランプからの閃光によって円形の半導体ウ

ェハー等の基板の熱処理を行う装置である。

【 0 0 1 8 】

この熱処理装置は、透光板 6 1、底板 6 2 および一対の側板 6 3、6 4 からなり、その内部に半導体ウェハー W を収納して熱処理するためのチャンバー 6 5 を備える。チャンバー 6 5 の上部を構成する透光板 6 1 は、例えば、石英等の赤外線透過性を有する材料から構成されており、光源 5 から出射された光を透過してチャンバー 6 5 内に導くチャンバー窓として機能している。また、チャンバー 6 5 を構成する底板 6 2 には、後述するサセプタ 7 3 および加熱プレート 7 4 を貫通して半導体ウェハー W をその下面から支持するための支持ピン 7 0 が立設されている。

【 0 0 1 9 】

また、チャンバー 6 5 を構成する側板 6 4 には、半導体ウェハー W の搬入および搬出を行うための開口部 6 6 が形成されている。開口部 6 6 は、軸 6 7 を中心に回転するゲートバルブ 6 8 により開閉可能となっている。半導体ウェハー W は、開口部 6 6 が解放された状態で、図示しない搬送ロボットによりチャンバー 6 5 内に搬入される。また、チャンバー 6 5 内にて半導体ウェハー W の熱処理が行われるときには、ゲートバルブ 6 8 により開口部 6 6 が閉鎖される。

【 0 0 2 0 】

チャンバー 6 5 は光源 5 の下方に設けられている。光源 5 は、複数（本実施形態においては 2 7 本）のキセノンフラッシュランプ 6 9（以下、単に「フラッシュランプ 6 9」とも称する）と、リフレクタ 7 1 とを備える。複数のフラッシュランプ 6 9 は、それぞれが長尺の円筒形状を有する棒状ランプであり、それぞれの長手方向が水平方向に沿うようにして互いに平行に列設されている。リフレクタ 7 1 は、複数のフラッシュランプ 6 9 の上方にそれらの全体を被うように配設されている。

【 0 0 2 1 】

このキセノンフラッシュランプ 6 9 は、その内部にキセノンガスが封入されその両端部にコンデンサーに接続された陽極および陰極が配設されたガラス管と、該ガラス管の外局部に巻回されたトリガー電極とを備える。キセノンガスは電気

的には絶縁体であることから、通常の状態ではガラス管内に電気は流れない。しかしながら、トリガー電極に高電圧を印加して絶縁を破壊した場合には、コンデンサーに蓄えられた電気がガラス管内に瞬時に流れ、そのときのジュール熱でキセノンガスが加熱されて光が放出される。このキセノンフラッシュランプ 6 9 においては、予め蓄えられていた静電エネルギーが 0. 1 ミリセカンドないし 1 0 ミリセカンドという極めて短い光パルスに変換されることから、連続点灯の光源に比べて極めて強い光を照射し得るという特徴を有する。

【 0 0 2 2 】

光源 5 と透光板 6 1 との間には、光拡散板 7 2 が配設されている。この光拡散板 7 2 は、赤外線透過材料としての石英ガラスの表面に光拡散加工を施したものが使用される。

【 0 0 2 3 】

フラッシュランプ 6 9 から放射された光の一部は直接に光拡散板 7 2 および透光板 6 1 を透過してチャンバー 6 5 内へと向かう。また、フラッシュランプ 6 9 から放射された光の他の一部は一旦リフレクタ 7 1 によって反射されてから光拡散板 7 2 および透光板 6 1 を透過してチャンバー 6 5 内へと向かう。

【 0 0 2 4 】

チャンバー 6 5 内には、加熱プレート 7 4 とサセプタ 7 3 とが設けられている。サセプタ 7 3 は加熱プレート 7 4 の上面に貼着されている。加熱プレート 7 4 およびサセプタ 7 3 によって、チャンバー 6 5 内にて半導体ウェハ W を略水平姿勢にて保持する保持手段が構成されている。

【 0 0 2 5 】

加熱プレート 7 4 は、半導体ウェハ W を予備加熱（アシスト加熱）するためのものである。この加熱プレート 7 4 は、窒化アルミニウムにて構成され、その内部にヒータと該ヒータを制御するためのセンサとを収納した構成を有する。一方、サセプタ 7 3 は、半導体ウェハ W を位置決めして保持するとともに、加熱プレート 7 4 からの熱エネルギーを拡散して半導体ウェハ W を均一に予備加熱するためのものである。このサセプタ 7 3 の材質としては、窒化アルミニウムや石英等の比較的熱伝導率が小さいものが採用される。サセプタ 7 3 の詳細につい

てはさらに後述する。

【 0 0 2 6 】

サセプタ 7 3 および加熱プレート 7 4 は、モータ 4 0 の駆動により、図 1 に示す半導体ウェハ W の搬入・搬出位置と図 2 に示す半導体ウェハ W の熱処理位置との間を昇降する構成となっている。

【 0 0 2 7 】

すなわち、加熱プレート 7 4 は、筒状体 4 1 を介して移動板 4 2 に連結されている。この移動板 4 2 は、チャンバ 6 5 の底板 6 2 に釣支されたガイド部材 4 3 により案内されて昇降可能となっている。また、ガイド部材 4 3 の下端部には、固定板 4 4 が固定されており、この固定板 4 4 の中央部にはボールネジ 4 5 を回転駆動するモータ 4 0 が配設されている。そして、このボールネジ 4 5 は、移動板 4 2 と連結部材 4 6、4 7 を介して連結されたナット 4 8 と螺合している。このため、サセプタ 7 3 および加熱プレート 7 4 は、モータ 4 0 の駆動により、図 1 に示す半導体ウェハ W の搬入・搬出位置と図 2 に示す半導体ウェハ W の熱処理位置との間を昇降することができる。

【 0 0 2 8 】

図 1 に示す半導体ウェハ W の搬入・搬出位置は、図示しない搬送ロボットを使用して開口部 6 6 から搬入した半導体ウェハ W を支持ピン 7 0 上に載置し、あるいは、支持ピン 7 0 上に載置された半導体ウェハ W を開口部 6 6 から搬出することができるように、サセプタ 7 3 および加熱プレート 7 4 が下降した位置である。この状態においては、支持ピン 7 0 の上端は、サセプタ 7 3 および加熱プレート 7 4 に形成された貫通孔を通過し、サセプタ 7 3 の表面より上方に突出する。

【 0 0 2 9 】

一方、図 2 に示す半導体ウェハ W の熱処理位置は、半導体ウェハ W に対して熱処理を行うために、サセプタ 7 3 および加熱プレート 7 4 が支持ピン 7 0 の上端より上方に上昇した位置である。サセプタ 7 3 および加熱プレート 7 4 が図 1 の搬入・搬出位置から図 2 の熱処理位置に上昇する過程において、支持ピン 7 0 に載置された半導体ウェハ W はサセプタ 7 3 によって受け取られ、その下面

をサセプタ 7 3 の表面に支持されて上昇し、チャンバー 6 5 内の透光板 6 1 に近接した位置に水平姿勢にて保持される。逆に、サセプタ 7 3 および加熱プレート 7 4 が熱処理位置から搬入・搬出位置に下降する過程においては、サセプタ 7 3 に支持された半導体ウェハー W は支持ピン 7 0 に受け渡される。

【 0 0 3 0 】

半導体ウェハー W を支持するサセプタ 7 3 および加熱プレート 7 4 が熱処理位置に上昇した状態においては、それらに保持された半導体ウェハー W と光源 5 との間に透光板 6 1 が位置することとなる。なお、このときのサセプタ 7 3 と光源 5 との間の距離についてはモータ 4 0 の回転量を制御することにより任意の値に調整することが可能である。

【 0 0 3 1 】

また、チャンバー 6 5 の底板 6 2 と移動板 4 2 との間には筒状体 4 1 の周囲を取り囲むようにしてチャンバー 6 5 を気密状態に維持するための伸縮自在の蛇腹 7 7 が配設されている。サセプタ 7 3 および加熱プレート 7 4 が熱処理位置まで上昇したときには蛇腹 7 7 が収縮し、サセプタ 7 3 および加熱プレート 7 4 が搬入・搬出位置まで下降したときには蛇腹 7 7 が伸長してチャンバー 6 5 内の雰囲気と外部雰囲気とを遮断する。

【 0 0 3 2 】

チャンバー 6 5 における開口部 6 6 と反対側の側板 6 3 には、開閉弁 8 0 に連通接続された導入路 7 8 が形成されている。この導入路 7 8 は、チャンバー 6 5 内に処理に必要なガス、例えば不活性な窒素ガスを導入するためのものである。一方、側板 6 4 における開口部 6 6 には、開閉弁 8 1 に連通接続された排出路 7 9 が形成されている。この排出路 7 9 は、チャンバー 6 5 内の気体を排出するためのものであり、開閉弁 8 1 を介して図示しない排気手段と接続されている。

【 0 0 3 3 】

サセプタ 7 3 についてさらに説明を続ける。図 3 および図 4 は、それぞれサセプタ 7 3 の側断面図および平面図である。本実施形態のサセプタ 7 3 は、円盤形状の部材に上面視円形の凹部 9 7 を形成して構成されている。この凹部 9 7 が半導体ウェハー W を位置決めしてサセプタ 7 3 上に保持するために機能するもので

ある。

【0034】

サセプタ73の載置面99は凹部97の底面である。載置面99は、半導体ウェハーWの径よりも若干大きな径を有する円形の平面であり、すなわち半導体ウェハーWの平面サイズ以上の領域を有する平坦な面である。この凹部97の底面である載置面99の周縁部を環囲するように第1テーパ面95が形成されている。第1テーパ面95の下端部95aは載置面99の周縁部と接続されており、見方を変えれば第1テーパ面95によって載置面99が規定されていることとなる。なお、載置面99は、サセプタ73全体から見て平面であれば良く、熱処理時の半導体ウェハーWの温度分布均一性を向上させるために数十 μm 程度の微細な凹凸を設けた面であっても良い。

【0035】

また、第1テーパ面95の周縁部を環囲するように第2テーパ面93が形成されている。すなわち、凹部97の周縁部は二段傾斜面となっており、その下段が第1テーパ面95であり、上段が第2テーパ面93である。第2テーパ面93の下端部93aは第1テーパ面95の上端部95bと接続されている。第1テーパ面95の上端部95bによって規定される円形の開口部分は載置面99に平行であって、その直径は載置面99の径よりも大きい。つまり、テーパ面95は上方に向けて広くなるように形成されているのである。

【0036】

一方、第2テーパ面93の上端部93bはサセプタ73の周縁面91と接続されている。周縁面91は、円環形状の平面であって、載置面99に平行である。周縁面91の内径は載置面99の径よりも大きい。つまり、第2テーパ面93の上端部93bによって規定される円形の開口部分は載置面99よりも広い。

【0037】

そして、凹部97を形成するための二段傾斜面の下段である第1テーパ面95の載置面99に対する勾配 α は 5° 以上 30° 未満であれば良く、本実施形態では 15° としている(図5参照)。また、第1テーパ面95の表面平均粗さ(R_a)は $1.6\mu\text{m}$ 以下であれば良く、本実施形態では $R_a = 1.6\mu\text{m}$ としてい

る。さらに、凹部 97 を形成するための二段傾斜面の上段である第 2 テーパ面 93 の載置面 99 に対する勾配 β は第 1 テーパ面 95 の勾配 α よりも大きければ良く、好ましくは 45° 以上 90° 以下であり、本実施形態では 75° としている。

【0038】

次に、本発明にかかる熱処理装置による半導体ウェハ W の熱処理動作について説明する。この熱処理装置において処理対象となる半導体ウェハ W は、イオン注入後の半導体ウェハである。

【0039】

この熱処理装置においては、サセプタ 73 および加熱プレート 74 が図 1 に示す半導体ウェハ W の搬入・搬出位置に配置された状態にて、図示しない搬送ロボットにより開口部 66 を介して半導体ウェハ W が搬入され、支持ピン 70 上に載置される。半導体ウェハ W の搬入が完了すれば、開口部 66 がゲートバルブ 68 により閉鎖される。しかる後、サセプタ 73 および加熱プレート 74 がモータ 40 の駆動により図 2 に示す半導体ウェハ W の熱処理位置まで上昇し、半導体ウェハ W を水平姿勢にて保持する。また、開閉弁 80 および開閉弁 81 を開いてチャンバー 65 内に窒素ガスの気流を形成する。

【0040】

ここで、サセプタ 73 および加熱プレート 74 が上昇する過程において、支持ピン 70 に載置された半導体ウェハ W をサセプタ 73 が受け取ることとなる。このときに、支持ピン 70 からサセプタ 73 に半導体ウェハ W が移された後数秒間はサセプタ 73 と半導体ウェハ W との間に薄い空気層が挟み込まれ、その空気層によって半導体ウェハ W がサセプタ 73 から僅かに浮上した状態となる。このような状態においては、何らかの原因（例えば、微妙な傾斜）によって半導体ウェハ W が凹部 97 内を滑るように移動し、ウェハ端部が第 1 テーパ面 95 によって跳ね返されるという現象が数秒間繰り返される。

【0041】

その後、やがて上記空気層が抜けることによって、サセプタ 73 の凹部 97 内に半導体ウェハ W が安定して保持されることとなる。すなわち、僅かに浮上し

ている半導体ウェハーWが第1テーパ面95によって位置決めされ、特別な位置決めピン等を設けなくても凹部97の最下位置つまり載置面99上に保持されることとなるのである。なお、載置面99の径は半導体ウェハーWの径よりも若干大きく、通常載置面99上にて半導体ウェハーWが偏心して位置決め・保持されるため、その周端部の一点が第1テーパ面95に接触した状態で安定して保持されることとなる。また、半導体ウェハーWが凹部97内を滑るように移動したときに、その移動速度によっては第1テーパ面95にウェハー端部が乗り上げるおそれもあるが、このような場合であっても第1テーパ面95の外側にそれより急勾配の第2テーパ面93があるため、半導体ウェハーWがサセプタ73から飛び出すことは防止される。

【0042】

サセプタ73および加熱プレート74は、加熱プレート74に内蔵されたヒータ的作用により予め所定温度に加熱されている。このため、サセプタ73および加熱プレート74が半導体ウェハーWの熱処理位置まで上昇した状態においては、半導体ウェハーWが加熱状態にあるサセプタ73と接触することにより予備加熱され、半導体ウェハーWの温度が次第に上昇する。

【0043】

この状態においては、半導体ウェハーWはサセプタ73により継続して加熱される。そして、半導体ウェハーWの温度上昇時には、図示しない温度センサにより、半導体ウェハーWの表面温度が予備加熱温度T1に到達したか否かを常に監視する。

【0044】

なお、この予備加熱温度T1は、例えば200℃ないし600℃程度の温度である。半導体ウェハーWをこの程度の予備加熱温度T1まで加熱したとしても、半導体ウェハーWに打ち込まれたイオンが拡散してしまうことはない。

【0045】

やがて、半導体ウェハーWの表面温度が予備加熱温度T1に到達すると、フラッシュランプ69を点灯してフラッシュ加熱を行う。このフラッシュ加熱工程におけるフラッシュランプ69の点灯時間は、0.1ミリセカンドないし10ミリ

セカンド程度の時間である。このように、フラッシュランプ 6 9 においては、予め蓄えられていた静電エネルギーがこのように極めて短い光パルスに変換されることから、極めて強い閃光が照射されることになる。

【 0 0 4 6 】

このようなフラッシュ加熱により、半導体ウェハ－Wの表面温度は瞬間的に温度 T_2 に到達する。この温度 T_2 は、 1000°C ないし 1100°C 程度の半導体ウェハ－Wのイオン活性化処理に必要な温度である。半導体ウェハ－Wの表面がこのような処理温度 T_2 にまで昇温されることにより、半導体ウェハ－W中に打ち込まれたイオンが活性化される。

【 0 0 4 7 】

このとき、半導体ウェハ－Wの表面温度が 0. 1 ミリセカンドないし 1 0 ミリセカンド程度の極めて短い時間で処理温度 T_2 まで昇温されることから、半導体ウェハ－W中のイオン活性化は短時間で完了する。従って、半導体ウェハ－Wに打ち込まれたイオンが拡散することはなく、半導体ウェハ－Wに打ち込まれたイオンのプロファイルがなまるといふ現象の発生を防止することが可能となる。なお、イオン活性化に必要な時間はイオンの拡散に必要な時間に比較して極めて短いため、0. 1 ミリセカンドないし 1 0 ミリセカンド程度の拡散が生じない短時間であってもイオン活性化は完了する。

【 0 0 4 8 】

また、フラッシュランプ 6 9 を点灯して半導体ウェハ－Wを加熱する前に、加熱プレート 7 4 を使用して半導体ウェハ－Wの表面温度を 200°C ないし 600°C 程度の予備加熱温度 T_1 まで加熱していることから、フラッシュランプ 6 9 により半導体ウェハ－Wを 1000°C ないし 1100°C 程度の処理温度 T_2 まで速やかに昇温させることが可能となる。

【 0 0 4 9 】

フラッシュ加熱工程が終了した後に、サセプタ 7 3 および加熱プレート 7 4 がモータ 4 0 の駆動により図 1 に示す半導体ウェハ－Wの搬入・搬出位置まで下降するとともに、ゲートバルブ 6 8 により閉鎖されていた開口部 6 6 が解放される。サセプタ 7 3 および加熱プレート 7 4 が下降することにより、サセプタ 7 3 か

ら支持ピン 7 0 に半導体ウェハ W が受け渡される。そして、支持ピン 7 0 上に載置された半導体ウェハ W が図示しない搬送ロボットにより搬出される。以上のようにして、一連の熱処理動作が完了する。

【 0 0 5 0 】

サセプタ 7 3 および加熱プレート 7 4 が下降する過程において、サセプタ 7 3 に保持された半導体ウェハ W が支持ピン 7 0 に渡されることとなる。このときに、第 1 テーパ面 9 5 の載置面 9 9 に対する勾配が比較的緩やかであるため、熱処理後の半導体ウェハ W が第 1 テーパ面 9 5 に乗り上げて位置ずれを生じた状態にて支持ピン 7 0 に渡されるおそれがある。半導体ウェハ W の位置ずれの程度が大きい場合には、搬送ロボットが適切に当該半導体ウェハ W を支持ピン 7 0 から受け取ることができなくなるという問題が生じる。ここで、本実施形態においては、第 1 テーパ面 9 5 の外側にそれより急勾配の第 2 テーパ面 9 3 があるため、サセプタ 7 3 に保持された半導体ウェハ W が支持ピン 7 0 に渡されるときに第 2 テーパ面 9 3 にまで乗り上げることはなく、その結果半導体ウェハ W の大きな位置ずれが発生することが防止される。すなわち、第 2 テーパ面 9 3 によってサセプタ 7 3 と支持ピン 7 0 との間のウェハ受け渡し時の半導体ウェハ W の飛び出しを防止しているのである。

【 0 0 5 1 】

ところで、フラッシュランプ 6 9 を点灯して半導体ウェハ W を加熱する際には、一瞬の閃光照射によってウェハ表面が急激に熱膨張して半導体ウェハ W が凸状に反ろうとする。そして、このときに、半導体ウェハ W の端部が位置決めピン等に接触していると、瞬間的な熱膨張時にそこから受ける応力によって半導体ウェハ W が割れるおそれのあることは既述した通りである。

【 0 0 5 2 】

本実施形態においては、載置面 9 9 に対する第 1 テーパ面 9 5 の勾配 α を 15° としている。上述した如く、半導体ウェハ W は、通常その周端部の一点が第 1 テーパ面 9 5 に接触した状態で安定して保持されている。ここで、第 1 テーパ面 9 5 の勾配 α が 30° 未満であれば、図 5 に示す如く、半導体ウェハ W が瞬間的に熱膨張したときであっても図中矢印 A R 5 にて示すように、半導体ウェハ

ーWの端部（テーパ面95に接触している端部）が第1テーパ面95に対して滑ることができる。つまり、第1テーパ面95の勾配 α を 30° 未満とすることにより、半導体ウェハーWの端部が第1テーパ面95によって拘束されることがなくなるため、フラッシュランプ69の点灯時に半導体ウェハーWが自由に膨張することができるのである。その結果、一瞬の閃光照射によってウェハー表面が急激に熱膨張しても半導体ウェハーWが第1テーパ面95から大きな応力を受けることはなくなり、閃光照射時の半導体ウェハーWの割れを防止することができる。

【0053】

このような瞬間的な熱膨張時に半導体ウェハーWの端部が第1テーパ面95に対して滑ることができるためには、載置面99に対する第1テーパ面95の勾配 α を 30° 未満としなければならない。第1テーパ面95の勾配 α が 30° 以上になると、半導体ウェハーWの端部と第1テーパ面95との静止摩擦力が大きくなり、瞬間的な熱膨張時に半導体ウェハーWの端部（第1テーパ面95に接触している端部）が滑ることができなくなり、その結果第1テーパ面95からの拘束応力によって半導体ウェハーWが割れるおそれがあるためである。第1テーパ面95の勾配 α が 30° 未満であれば半導体ウェハーWの端部が第1テーパ面95に対して滑ることができ、特に勾配 α が 20° 未満であれば半導体ウェハーWの端部と第1テーパ面95との間の摩擦力が極めて小さくなり、閃光照射によってウェハー表面が急激に熱膨張しても半導体ウェハーWが第1テーパ面95から受ける応力は微小なものとなるため、閃光照射時の半導体ウェハーWの割れをより確実に防止することができる。

【0054】

一方、載置面99に対する第1テーパ面95の勾配 α が 5° 未満になると、上述したような第1テーパ面95による半導体ウェハーWの位置決め効果がほとんど得られなくなり、サセプタ73が半導体ウェハーWを受け取ったときにその半導体ウェハーWが第2テーパ面93に激しく衝突するおそれがある。このため、載置面99に対する第1テーパ面95の勾配 α は 5° 以上とする必要があり、特に安定した半導体ウェハーWの位置決め効果を得るためには勾配 α を 10° 以上

とすることが好ましい。

【0055】

また、半導体ウェハーWの端部と第1テーパ面95との間の摩擦力を小さくして当該端部が自由に滑れるようにするためには、第1テーパ面95の表面性状も重要となる。すなわち、半導体ウェハーWの端部と第1テーパ面95との間の摩擦係数が小さいと、該端部が第1テーパ面95に対して滑り易くなる。このため、第1テーパ面95の表面平均粗さ(Ra)は $1.6\mu\text{m}$ 以下とするのが好ましく、この範囲であれば半導体ウェハーWの端部と第1テーパ面95との間の摩擦力がより小さくなり、閃光照射によってウェハー表面が急激に熱膨張しても半導体ウェハーWが第1テーパ面95から受ける応力がより小さくなるため、閃光照射時の半導体ウェハーWの割れをより確実に防止することができる。このため、本実施形態においては、 $Ra = 1.6\mu\text{m}$ としている。

【0056】

以上の内容を集約すると、本発明にかかるサセプタ73の第1テーパ面95には半導体ウェハーWの位置決めおよび閃光照射時の半導体ウェハーWの割れ防止という二つの機能が与えられている。そして、これら二つの機能を両立すべく、載置面99に対する第1テーパ面95の勾配 α を 5° 以上 30° 未満としているのである。勾配 α が 5° 以上あればサセプタ73が半導体ウェハーWを受け取ったときに第1テーパ面95によって半導体ウェハーWを載置面99上に位置決めすることができ、 30° 未満であれば閃光照射によってウェハー表面が急激に熱膨張したときにも半導体ウェハーWに過大な応力を与えることが抑制される。このような二つの機能をより効果的に得るためには、載置面99に対する第1テーパ面95の勾配 α を 10° 以上 20° 未満とするのが好ましい。さらに、第1テーパ面95の表面平均粗さ(Ra)を $1.6\mu\text{m}$ 以下とすれば半導体ウェハーWの端部と第1テーパ面95との間の摩擦力がより小さくなり、閃光照射によってウェハー表面が急激に熱膨張したときにも半導体ウェハーWに過大な応力を与えることがより確実に抑制される。

【0057】

また、上述したように、本発明にかかるサセプタ73の第2テーパ面93には

ウェハー受け渡し時の半導体ウェハーWの飛び出しを防止する機能が与えられている。すなわち、載置面99に対する第1テーパ面95の勾配 α が比較的緩やかであるため、第1テーパ面95のみではサセプタ73から支持ピン70に半導体ウェハーWを渡すとき等に半導体ウェハーWが飛び出して位置ずれを生じるおそれがあり、これを防止すべく第2テーパ面93を形成しているのである。このような半導体ウェハーWの飛び出しを防止するためには、載置面99に対する第2テーパ面93の勾配 β を少なくとも載置面99に対する第1テーパ面95の勾配 α よりも大きくする必要がある、第2テーパ面93の勾配 β は 45° 以上 90° 以下とするのが好ましい。この範囲であれば、半導体ウェハーWが何らかの原因によって第1テーパ面95に乗り上げた場合であっても、第2テーパ面93にまで乗り上げることが不可能であり、サセプタ73からの半導体ウェハーWの飛び出しを確実に防止することができる。このため、本実施形態においては、載置面99に対する第2テーパ面93の勾配 β を 75° としている。

【0058】

なお、上述したような二段傾斜面の効果を有効に得るためには、半導体ウェハーWがサセプタ73に安定して保持されているときに半導体ウェハーWの周縁部先端が第2テーパ面93に触れないように、かつウェハー受け渡し時に半導体ウェハーWの位置ずれが生じたとしても搬送ロボットが支持ピン70から受け取れる範囲内に収まるように二段傾斜面を形成することが求められる。このような要求を満たすためには、載置面99と平行な方向に沿った第1テーパ面95の長さdを0.1mm以上5.0mm以下とすることが必要となる。この長さdが0.1mm未満であると、半導体ウェハーWがサセプタ73に安定して保持されているときに第1テーパ面95に接触している部分のウェハー先端部が第2テーパ面93にも接触して、瞬間的な熱膨張時にそこからの拘束応力によって半導体ウェハーWが割れるおそれがある。一方、長さdが5.0mmより大きいと、ウェハー受け渡し時における半導体ウェハーWの位置ずれの程度が過大になり、搬送ロボットが支持ピン70から受け取れなくなるおそれがある。このため、載置面99と平行な方向に沿った第1テーパ面95の長さdは0.1mm以上5.0mm以下とすることが必要となり、このようにすれば半導体ウェハーWの割れ防止と

飛び出し防止という二段傾斜面の効果を有効に得ることができる。

【 0 0 5 9 】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、この発明は上記の例に限定されるものではない。例えば、上記実施形態においては光源 5 に 2 7 本のフラッシュランプ 6 9 を備えるようにしていたが、これに限定されずフラッシュランプ 6 9 の本数は任意のものとすることができる。

【 0 0 6 0 】

また、上記実施形態においては、支持ピン 7 0 を固定するとともにサセプタ 7 3 および加熱プレート 7 4 自体を昇降させることによってそれらの間で半導体ウェハー W の受け渡しを行うようにしていたが、サセプタ 7 3 および加熱プレート 7 4 を固定して支持ピン 7 0 を上下動させることによってそれらの間で半導体ウェハー W の受け渡しを行うようにしても良い。すなわち、サセプタ 7 3 および加熱プレート 7 4 と支持ピン 7 0 とを相対的に昇降させるように構成する形態であれば良い。

【 0 0 6 1 】

また、上記実施形態においては、半導体ウェハーに光を照射してイオン活性化処理を行うようにしていたが、本発明にかかる熱処理装置による処理対象となる基板は半導体ウェハーに限定されるものではない。例えば、窒化シリコン膜や多結晶シリコン膜等の種々のシリコン膜が形成されたガラス基板に対して本発明にかかる熱処理装置による処理を行っても良い。

【 0 0 6 2 】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項 1 の発明によれば、第 1 テーパ面が上方に向けて広くなるように形成され、第 2 テーパ面の上端部によって規定される開口は載置面よりも広く、載置面に対する第 2 テーパ面の勾配が第 1 テーパ面よりも大きいいため、熱処理時に基板表面が急激に熱膨張したときにも基板に過大な応力が作用することを抑制して熱処理時の基板の割れを防止することができるとともに、熱処理用サセプタからの基板の飛び出しをも防止することができる。

【 0 0 6 3 】

また、請求項2の発明によれば、載置面に対する第1テーパ面の勾配が 5° 以上 30° 未満であるため、基板を載置面上に適切に位置決めすることができるとともに、熱処理時に基板表面が急激に熱膨張したときにも基板に過大な応力が作用することを抑制して熱処理時の基板の割れを確実に防止することができる。

【0064】

また、請求項3の発明によれば、第1テーパ面の表面平均粗さが $1.6\mu\text{m}$ 以下であるため、基板とテーパ面との間の摩擦力がより小さくなり、熱処理時に基板表面が急激に熱膨張したときにも基板に過大な応力が作用することをより確実に抑制することができる。

【0065】

また、請求項4の発明によれば、載置面に対する第2テーパ面の勾配が 45° 以上 90° 以下であるため、第1テーパ面に基板が乗り上げたとしても第2テーパ面によって熱処理用サセプタからの基板の飛び出しを確実に防止することができる。

【0066】

また、請求項5の発明によれば、熱処理装置の保持手段が請求項1から請求項4のいずれかの発明にかかる熱処理用サセプタを有しているため、該熱処理装置にて光照射により熱処理を行うときの基板の割れを防止することができるとともに、熱処理用サセプタからの基板の飛び出しをも防止することができる。

【0067】

また、請求項6の発明によれば、複数のランプのそれぞれがキセノンフラッシュランプであり、保持手段が基板を予備加熱するアシスト加熱手段を有するため、キセノンフラッシュランプからの光照射により熱処理を行うときにも基板の割れを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明にかかる熱処理装置の構成を示す側断面図である。

【図2】

本発明にかかる熱処理装置の構成を示す側断面図である。

【図 3】

図 1 の熱処理装置のサセプタの側断面図である。

【図 4】

図 1 の熱処理装置のサセプタの平面図である。

【図 5】

閃光照射時の半導体ウェハーの挙動を示す図である。

【符号の説明】

5 光源

4 0 モータ

6 5 チャンバー

6 9 フラッシュランプ

7 0 支持ピン

7 1 リフレクタ

7 3 サセプタ

7 4 加熱プレート

9 1 周縁面

9 3 第 2 テーパ面

9 5 第 1 テーパ面

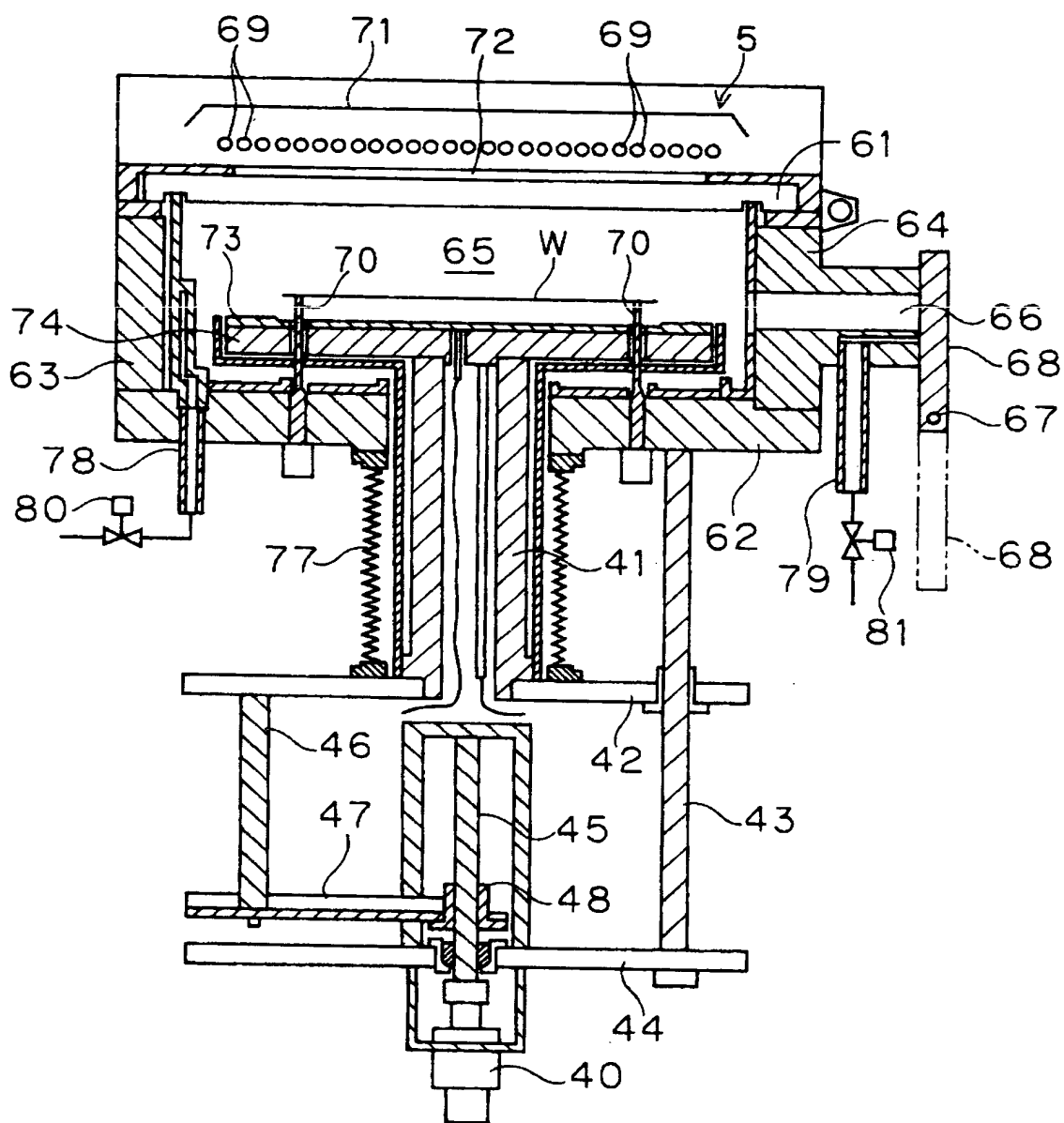
9 9 載置面

W 半導体ウェハー

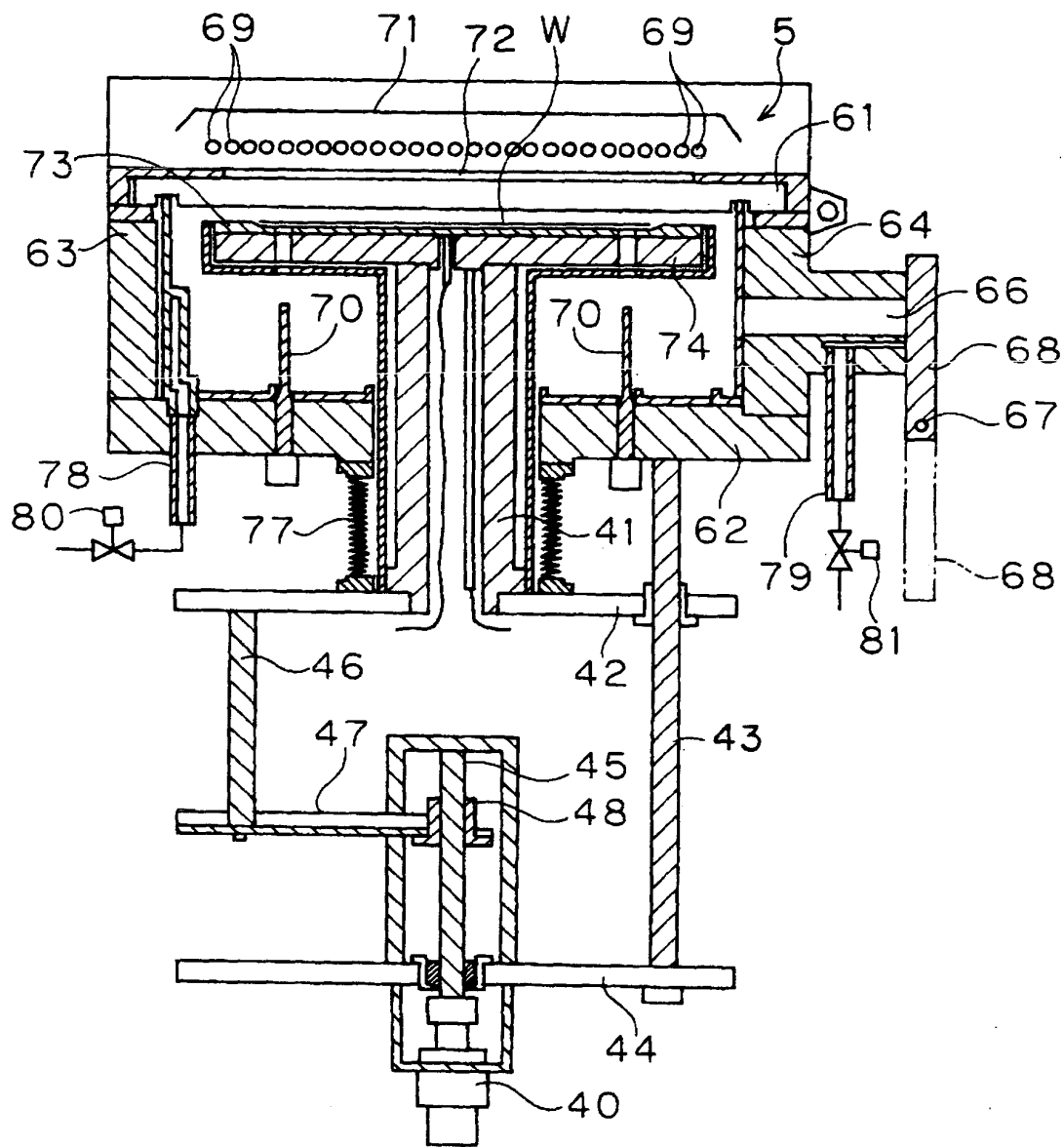
α 、 β 勾配

【書類名】 図面

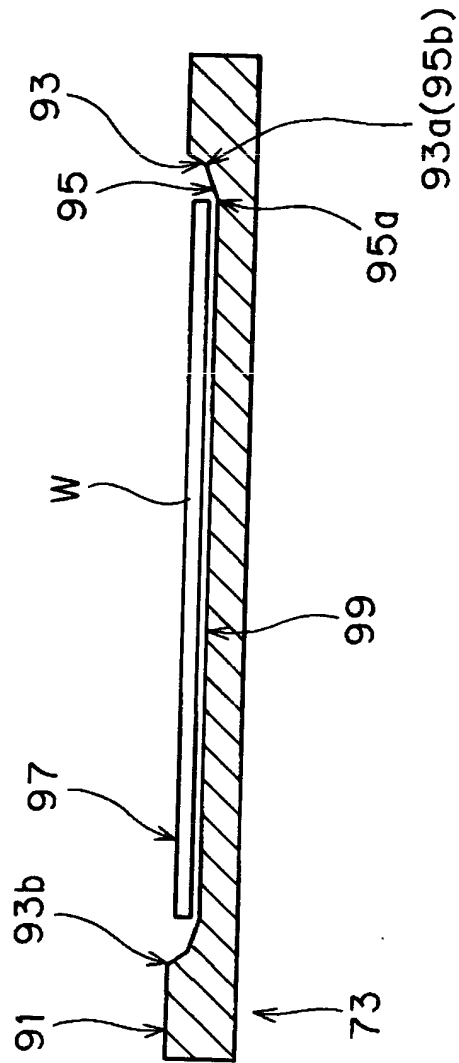
【図1】



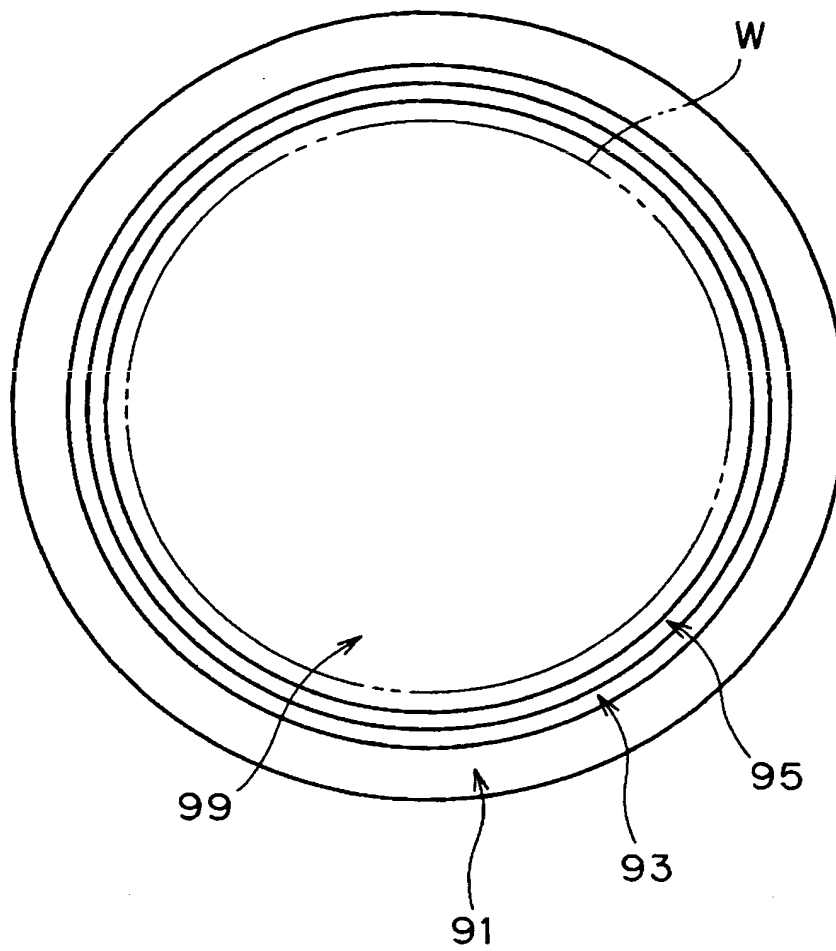
【図2】



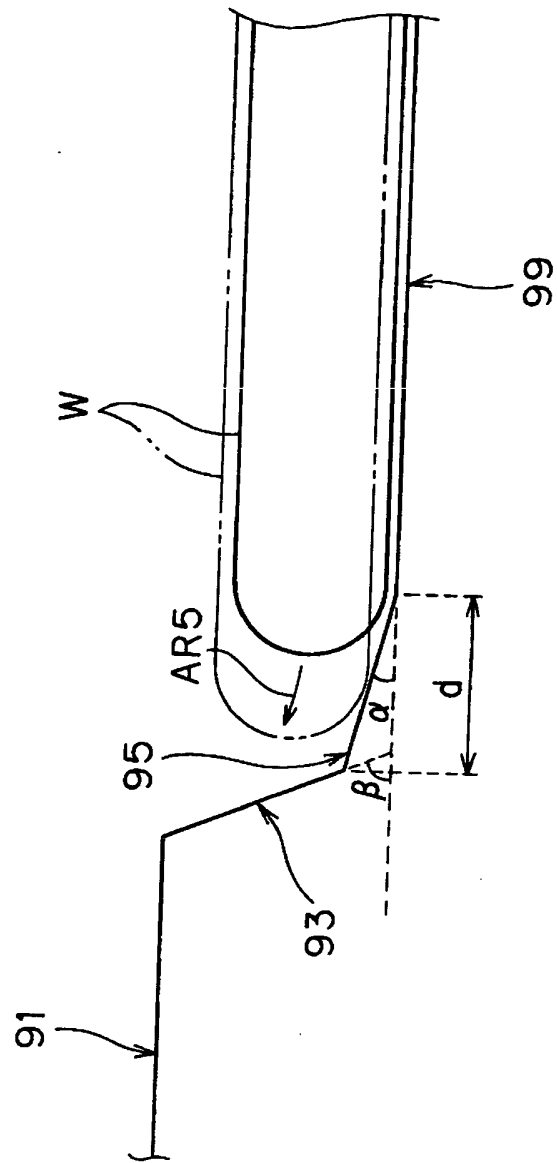
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 熱処理時の基板の割れを防止することができる熱処理用サセプタおよび熱処理装置を提供する。

【解決手段】 サセプタ 7 3 には、第 1 テーパ面 9 5 および第 2 テーパ面 9 3 からなる二段傾斜面を有する凹部 9 7 が形成されている。第 1 テーパ面 9 5 の勾配 α を 5° 以上 30° 未満とすることにより、サセプタ 7 3 が半導体ウェハー W を受け取ったときに第 1 テーパ面 9 5 によって半導体ウェハー W を載置面 9 9 上に位置決めすることができるとともに、閃光照射によってウェハー表面が急激に熱膨張したときにも半導体ウェハー W に過大な応力を与えることを抑制して熱処理時の半導体ウェハー W の割れを防止することができる。また、第 2 テーパ面 9 3 の勾配 β を 45° 以上 90° 以下とすることによってサセプタ 7 3 からの半導体ウェハー W の飛び出しを確実に防止することができる。

【選択図】 図 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000207551]

1. 変更年月日 1990年 8月15日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の
1

氏 名 大日本スクリーン製造株式会社